

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-317931

(43)Date of publication of application : 07.11.2003

(51)Int.Cl. H05B 33/02
G02B 3/00
H05B 33/14

(21)Application number : 2002-126163

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 26.04.2002

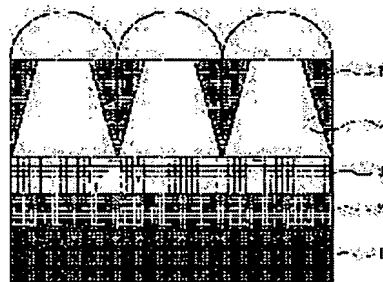
(72)Inventor : HOSHI HIKARI
OKINAKA KEIJI

(54) EL ELEMENT AND DISPLAY USING THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an EL (electroluminescence) element efficiently taking out light to the device outside and to provide an EL display improving the brightness and reducing the power consumption.

SOLUTION: This EL element and the EL display are so constituted that a condensing structure substantially narrowing a light emission area is provided between a light emitting layer and a whole reflection suppressing structure and, at least, the refractive index of the condensing structure out of materials constituting the whole reflection suppressing structure and the condensing structure is more than the refractive index of the material constituting the light emitting layer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-317931

(P2003-317931A)

(43) 公開日 平成15年11月7日 (2003.11.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 5 B 33/02		H 0 5 B 33/02	3 K 0 0 7
G 0 2 B 3/00		G 0 2 B 3/00	A
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-126163 (P2002-126163)

(22) 出願日 平成14年4月26日 (2002.4.26)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 星 光

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72) 発明者 沖中 啓二

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100090538

弁理士 西山 恵三 (外1名)

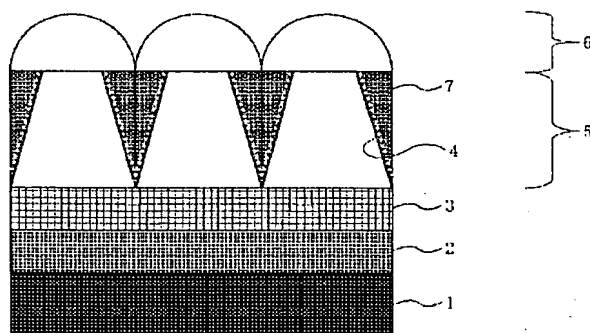
Fターム (参考) 3K007 AB03 AB17 BB06 DB03

(54) 【発明の名称】 EL素子、およびその素子を用いた表示装置

(57) 【要約】

【課題】 素子外部へ効率よく光を取り出すことができるEL素子を提供する。また高輝度化、低消費電力化を改良したELディスプレイを提供する。

【解決手段】 発光層と全反射抑制構造の間には発光面積を実質的に絞る集光構造が設けられており、全反射抑制構造と集光構造を構成する材料のうち少なくとも前記集光構造の屈折率が、発光層を構成する材料の屈折率以上であるEL素子及びELディスプレイを提供する。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光取出し面側に設けた透明電極と、前記透明電極に対向して設けた背面電極とを有し、前記透明電極と前記背面電極との間に発光層を備えるE L素子であって、前記光取出し面側には全反射抑制構造が設けられており、かつ、前記発光層と前記全反射抑制構造の間には発光面積を実質的に絞る集光構造が設けられており、前記全反射抑制構造と前記集光構造を構成する材料のうち少なくとも前記集光構造の屈折率が、発光層を構成する材料の屈折率以上であることを特徴とするE L素子。

【請求項2】 前記集光構造が素子面内方向に対して反射面を有することを特徴とする請求項1に記載のE L素子。

【請求項3】 前記集光構造は、前記集光構造の前記発光層側の面の面積に比べ光射出側の面の面積が小さいテーパー構造であることを特徴とする請求項1に記載のE L素子。

【請求項4】 前記全反射抑制構造が凸レンズ構造または鍾状構造であることを特徴とする請求項1に記載のE L素子。

【請求項5】 前記集光構造の光射出側の面の周囲には光吸収部材が設けられていることを特徴とする請求項1に記載のE L素子。

【請求項6】 前記光吸収部材の中に複数の前記集光構造を構成する材料が配置されており、前記複数の集光構造の夫々の前記光射出側の面間には前記光吸収部材が配置されていることを特徴とする請求項5に記載のE L素子。

【請求項7】 前記全反射抑制構造を構成する材料と前記集光構造を構成する材料とはともに同じ材料で屈折率も同じであることを特徴とする請求項1に記載のE L素子。

【請求項8】 請求項1から7に記載のE L素子を備えることを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、E L (Electro Luminescence) 素子、およびその素子を用いた表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】有機E L素子は、電極から電子とホール(正孔)を有機蛍光体へ注入し、それらの再結合エネルギーによって発光中心を励起することによって動作する発光素子である。

【0003】有機E L素子の構造は発光層を電極ではさんだサンドイッチ構造であるが、電極の少なくとも一方の電極を透明にすることによって、面状発光素子を得ることが可能である。

2

【0004】図12に、非常に簡単な有機E L素子の構成について説明する模式図を示す。この模式図においては、背面電極、有機発光層、透明電極、ガラス基板のみ記載されているが、実際の素子では、電子輸送層やホール輸送層などのさまざまな薄膜層がいくつも積層されて構成されている。背面電極と透明電極との間に電圧を印可することによって有機発光層内で発光が起こり、その光を透明電極側から素子外部へ取り出す構成となっている。

【0005】有機発光層で発光した光は、透明電極やガラス基板を通して素子外部(たとえば空気中)へ射出されるが、一般に有機発光材料、透明電極、ガラス基板に用いられる材料の屈折率は異なる。よって、異なる屈折率を有する第1の材料(屈折率: n_1)と第2の材料(屈折率: n_2)が接する界面においてフレネル反射による光取り出しロスが生じる。フレネル反射は材料の屈折率を用いて表現することができ、たとえば、垂直入射の場合には以下の式で表現される。

【0006】

$$R = \{ (n_1 - n_2) / (n_1 + n_2) \}^2$$

R: フレネル反射率

n_1 : 材料1の屈折率

n_2 : 材料2の屈折率

さらに、入射側材料(屈折率: n_i)に対して射出側材料(屈折率: n_s)の屈折率が低い場合、つまり、 $n_i > n_s$ の場合には全反射角度以上で入射した光に関して全反射が起こる(図13)。全反射が起こる臨界角 θ_c は以下の式で表現される。

$$\theta_c = \arcsin(n_s / n_i)$$

θ_c : 全反射臨界角

n_i : 入射側材料の屈折率

n_s : 射出側材料の屈折率

臨界角 θ_c よりも大きな角度で入射した光に関しては全反射が起こり、材料の吸収を無視すると100%反射が起こる。よって、素子外部へ光を取り出すときに大きなロスとなる。実際、ガラス平板を基板に用いたときに外部に取り出される光取り出し効率は、約2割程度以下となる。

【0008】素子外部への光取り出し効率を改善する手法についてはいくつか報告例がある。

【0009】たとえば、素子基板上にマイクロレンズを設けて素子外部への光取り出し効率を改善する提案がされている(たとえば、特許第2773720号)(図14)。空気との界面で生じる全反射を効果的に抑制するためには、発光面積に対して十分大きなレンズ径を有することが必要である。しかしながら、従来の構成においては、素子内の発光面積に対して十分に大きな径のレンズを設けることが困難であるため、十分な全反射抑制効果を得ることができなかった。特にディスプレイ用途などの高精細な画素サイズの実現をねらった素子用途で

(3)

3

は、画素面積に対して十分大きなレンズを具備することは画素間でのマイクロレンズ同士の物理的な干渉や画素の高密度化等の点からみて不利である。

【0010】特開2000-260559においては、基板を透過する有機EL素子の発光を高効率で外部へ取り出すことが可能な素子の提供を目的として、光ファイバーの集合体を基板とした構造の提案がされているが、光ファイバーを光の導波を目的とした部材として使用しているため、開口面積が小さくなり光量ロスが生じるという問題点があった。

【0011】また、特開2000-284726においては、特定の方向における光の強度を大きくし、光を効率よくかつ広い視野角で利用することができる表示装置を提供する目的で、x方向およびy方向に周期的な屈折率分布を有する、多層薄膜構造をもちいた共振器構造のような指向性部材と、マイクロレンズアレイのような散乱部材を持つ構造の提案がされている。実施例では共振器構造などの指向性を強めるための構造として具備され、マイクロレンズなどの散乱部材を備えることで視野角改善をねらっているが、発光面積に対して十分に大きなマイクロレンズを備えることが困難で取り出し効率を十分に高めることができなかった。

【0012】特開平7-37688においては、視角依存性を小さくし表示を高精彩で高輝度とする目的で、柱状の高屈折率部を有する基板を用いた提案があるが、この高屈折率部は実質的な発光面積を小さくするために具備されているものではなく、なおかつ、全反射を抑制する構造も具備していない。

【0013】特開平11-265791においては、外光の反射を抑えて良好なコントラストを有するEL表示装置を実現するために、内光を反射し外光を吸収する光透過穴を有する構造またはアイランド構造が提案されているが、基板と空気との界面で生じる全反射を抑制するための工夫がないため効率的に光を取り出すには不十分であった。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明者は上記問題点を鑑みて、素子と空気との界面で生じる全反射を抑制することに注目した。また有機発光層の屈折率と、有機発光層から発光素子外部へ有機発光層が発光した光が出て行く際に通過する媒体との屈折率に注目した。

【0015】本発明は、素子外部へ効果的に光を取り出すこと、そして表示装置としての高視認性を実現することを課題とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】よって本発明は、光取り出し面側に設けた透明電極と、前記透明電極に対向して設けた背面電極とを有し、前記透明電極と前記背面電極との間に発光層を備えるEL素子であって、前記光取り出し面側には全反射抑制構造が設けられており、かつ、前

4

記発光層と前記全反射抑制構造の間には発光面積を実質的に絞る集光構造が設けられており、前記全反射抑制構造と前記集光構造を構成する材料のうち少なくとも前記集光構造の屈折率が、発光層を構成する材料の屈折率以上であることを特徴とするEL素子を提供する。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明はEL素子（エレクトロルミネッセンス素子：Electro Luminescence素子）に関する。本実施形態では後述の如く一例として有機EL素子を挙げて説明するが、本発明は無機EL素子でも良い。

【0018】以下に図1を用いて説明する。

【0019】図1は本実施形態に係る有機EL素子の模式的な断面図である。

【0020】図1において、1は背面電極、2は有機発光層、3は透明電極、4は光反射材料、5は集光構造、6は全反射抑制構造、そして7は集光構造をその外側から支持する支持部材で本実施形態では光吸収材料である。なお、図1においては、基本的な構成を示すものであってこの構成に制限するものではない。有機発光層2の一部として、あるいは有機発光層2の隣に後述する電子輸送層、ホール輸送層等の層が存在していてもなんら問題はない。

【0021】有機発光層については、固体状態で高い量子収率が得られること、成膜性がよいこと、キャリア輸送性が高いことが求められる。作製手法としては、たとえば、低分子材料の場合には真空加熱蒸着、ポリマー材料（高分子材料）の場合にはディップコーティングやスピンコーティングなどの塗布法等が挙げられる。（ポリマー材料の一例は、電子情報ディスプレイハンドブック（培風館）p. 407～p. 408を参照。）また、代表的な有機低分子発光材料の一例として、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム錯体（Alq3）、ビス（ベンゾキノリノラト）ベリリウム錯体（BeBq）、Eu錯体であるEu（DBM）2（Phen）、ジスチリル誘導体であるDPVBiを示す（電子情報ディスプレイハンドブック（培風館）p. 405を参照）が、もちろん、これ以外の材料を有機発光材料として利用しても何ら問題はない。また、蛍光量子収率が高い材料がドープメントとして使用され、発光色の変調、混色、発光効率の向上のために用いられる。代表的なドープメント材料の一例として、クマリン6、ルブレン、キナクリドン、DCM-1を示す（電子情報ディスプレイハンドブック（培風館）p. 406を参照）が、当然のことながら、これ以外の材料の利用を制限するものではない。

【0022】図1において基板は不図示であるが、基板は図1の有機EL素子を支持する基材のことである。基板上の陽極電極（本実施形態の透明電極3に相当）として用いられるものの代表例としてインジウムスズ酸化物（ITO）があり透明電極として使用でき、真空蒸着

(4)

5

やスパッタによって作製することができる。

【0023】陰極（本実施形態の背面電極1に相当）には仕事関数の小さいマグネシウム、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、アルミニウム、インジウム、銀、鉛、すず、クロムなどを金属単体あるいは複数の合金として使用できる。また、陰極は、一層構成であっても多層構成であってもよい。

【0024】また、不図示であるが、電子とホール（正孔）とをバランスよく注入する役割を担う電子輸送材料やホール輸送材料が用いられる。その場合、電子輸送材料やホール輸送材料は有機発光層2に含まれていたり、あるいは有機発光層2の隣に配置された別の層であっても良い。電子輸送材料としては、一般にアリアルアミン誘導体が用いられ、代表的な電子輸送材料として、PB D、TPhen、OXD、TAZを示した（電子情報ディスプレイハンドブック（培風館）p. 407を参照）。また、ホール輸送材料としては一般に、1, 2, 4-オキサジアゾール誘導体、1, 3, 4-トリアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体が用いられており、代表的なホール輸送材料として、TPD、 α -NPD、TPT、Spiro-TPDを示した（電子情報ディスプレイハンドブック（培風館）p. 406を参照）。ここでは、一例として陽極側から光を取り出す構成について説明したが、もちろん、光取り出し側を陰極とした構成であってもよい。

【0025】集光構造5は、実質的な発光面積を小さくする構造（形状）を有する。ここでは、テーパ構造を一例としてあげた。つまりこのテーパ構造は有機発光層から光取り出し方向へ向かって、開口の断面積が小さくなるような構造を有している。たとえば、円錐形状、四角錐形状、多角錐形状、あるいはこれらの錐台形状が実質的な発光面積を小さくする構造に当てはまるが、もちろんこれらの形状に限定するものではない。また、テーパ構造において光が透過する側の材料の側面は反射面で構成されていることが好ましい。なお、この反射面が先の光反射材料4のことであり、反射面は集光構造5表面に形成されたものでもよく、支持部材である光吸収材料7表面に形成されたものでもよく、あるいは集光構造5と光吸収材料7との間に設けられた別部材からなる面であってもよい。

【0026】また集光構造5の材料の屈折率は有機発光層3の屈折率以上である。また全反射構造6の材料の屈折率は有機発光層3の屈折率以上である。

【0027】また図1で示した素子のような構成、即ち、有機発光層3の隣にすぐ集光構造5である構成の場合は有機発光層3の屈折率と集光構造5の材料の屈折率とを注目するが（あるいは有機発光層3の屈折率と全反射抑制構造6の屈折率とを注目する）が、たとえば、有機発光層3と集光構造5との間に別の電荷輸送層が設けられている場合は、集光構造5と全反射抑制構造6の少

6

なくとも何れか一方の屈折率と有機発光層3の屈折率とに注目して有機EL素子を設計すればよい。なお本発明のEL素子を構成する発光層とはこの別の電荷輸送層が存在する構成の素子とこの別の電荷輸送層が存在しない構成の素子も想定して発光層を定義している。

【0028】全反射抑制構造6は、少なくとも符号1、2、3、4、5、6、そして7から構成される素子の外部にある媒質（たとえば空気）との界面で生じる全反射を抑制するため、素子外部媒質への入射角度を小さくする構造を有する。たとえば、凸レンズ形状や鍾状形状を有する構造が一例として挙げられる。本実施形態では図1において凸レンズ構造を挙げたが鍾状構造については後述する。

【0029】図2は本実施形態の有機EL素子が複数配置された状態を表す模式図であり、図2(A)は全反射抑制構造6を具備した有機EL素子の鳥瞰図、そして図2(B)はそれを全反射抑制構造6側からみた模式図である。図2(B)に示すように全反射抑制構造6（この場合凸レンズ）は複数が行列ごとに整列して配置されている。また全反射抑制構造6は光吸収材料7の上に配置されている。図2(B)に図示される実線の丸は、図2(B)で図示される光吸収材料7の面内の開口部であり、開口部即ち集光構造5の光射出側の面でもある。また図2(B)で図示される点線の丸は、全反射抑制構造6が光吸収材料7の面と接する面の輪郭を図示したものである。点線の丸で図示するように、全反射抑制構造6が光反射材料7の面と接する面は集光構造5の光射出側の面より大きく、集光構造の光射出側の面をおおう程の大きさである。その大きさの関係は図1からも明らかである。

【0030】なお、本実施の形態では全反射抑制構造6が光吸収材料7の面と接する面が集光構造5の光射出側の面より大きくても同じ大きさでも良い。大きい場合は、全反射角度より小さな角度分布を持つ開口部から射出光の割合が増え、その結果、全反射防止構造と空気との界面で生じる全反射を効果的に抑制することができる、という効果があり、一方同じ大きさの場合は、開口部周辺に設けた支持部材である光吸収材料による反射光を抑制する効果によるコントラスト向上という効果がある。

【0031】また例えば全反射抑制構造6が凸レンズ構造（形状）で且つ全反射抑制構造6が光反射材料7の面と接する面が集光構造5の光射出側の面より大きい場合は開口部（集光構造5の光射出面）から射出した光は、全反射抑制構造と空気界面において、全反射角よりも小さな角度となるものが多くなり、効果的に素子外部へ光を取り出すことができるという効果があり、一方全反射抑制構造6が鍾状構造（形状）であり且つ全反射抑制構造6が光反射材料7の面と接する面が集光構造5の光射出側の面と同じ大きさである場合は、鍾状構造により全

7

反射角以下の角度分布を持つ射出光の割合が増え、素子外部に効果的に光が取り出せるようになるとともに、開口部周辺に設けた光吸収材料による反射光を抑制する効果によりコントラストが向上するという効果がある。

【0032】仮に、テーパ形状の集光構造を設けない場合には、放射角度分布を制御することが困難となり全反射構造抑制構造による全反射抑制効果が十分に得ることができず、その結果、正面強度と全取り出し効率を両立する設計が困難となる。また、集光構造および全反射防止構造を構成する材料の屈折率が有機発光層よりも低い場合には、テーパ部分での放射角度分布が大きな角度に偏った放射角度分布（素子を斜めから見たほうが明るく見えるような放射分布）となる。

【0033】このことは、表示装置として利用した場合正面から観測した場合に比べ斜め方向から観測した場合のほうが明るく見えることを意味している。表示装置としてはどの方向から観測した場合でも明るさが変化しないことが好ましい。以上の理由から、テーパ形状の集光構造と集光構造および全反射防止構造が有機発光層を構成する材料の屈折率よりも高い屈折率部材であることが必要である。

【0034】また本実施形態では、集光構造5を支持する部材を光吸収部材として説明したが、集光構造それ自体が必ずしも光吸収部材である必要はなく、例えば集光構造5を支持する支持部材（本実施形態の光吸収材料7）の面のうち、少なくとも全反射集光構造6を支える側の面に光吸収機能を持たせるべく別部材（光吸収部材）を設けたり、あるいはこの面自体を光吸収機能を持たせるべく表面処理しても良い。そのような光吸収の工夫をすることで1つの素子内で発光点が光吸収部材で囲まれた構成となる。

【0035】光吸収部材は一般に暗いので1つの素子内でコントラストが向上したり、あるいは外光によるざらつきを防ぐことができる為にコントラストが向上する。そして複数の素子を配列させた場合も互いの素子からの発光に対して高いコントラストを維持できたり、あるいは外光によるざらつきを防ぐことができるためにコントラストが向上する。

【0036】また本実施形態では、光集光構造5と全反射抑制構造6とが別体で配置されていても良く、あるいは一体で配置されていても良い。また光集光構造5と全反射抑制構造6のそれぞれの屈折率は同じ値でも良くあるいは若干異なっても良い。

【0037】（第1の実施例）第1の実施例に係る有機EL素子の概略図を図3に示す。本実施例は先の発明の実施の形態に係る有機EL素子と同様、集光構造と全反射抑制構造を具備している。本実施例の有機EL素子を以下に記述するように設計した。素子サイズは80 μ m角とし、金属を用いた背面電極1上に有機分子から構成されている有機発光層およびその他の有機化合物層（屈折

(5)

8

率： $n(\text{org}) = 1.71$) 2を、更にその上にITOなどの透明導電性材料（屈折率： $n(\text{ITO}) = 2.0$) 3を積層した。更に、透明導電性材料の上に、テーパ形状の集光構造5を設け、更に、集光構造5の上に全反射抑制構造6を設けた。有機化合物層およびその他の有機化合物層との合計膜厚は100nm、ITOの膜厚は100nmとした。

【0038】テーパ構造を有する集光構造5の材料は TiO_2 （屈折率： $n(\text{TiO}_2) = 2.3$)である。テーパ構造の周りは光吸収材料7が設けられている。また、光吸収材料とテーパ構造との境界面には光反射材料4が設けられている。光吸収材料7としては、たとえば黒色のプラスチック材料等を用いることができる。また、光反射材料としては、金、銀、アルミニウムなどの金属材料である。そしてこの金属材料である光反射材料を蒸着、スパッタ、ディッピング、などの手法で作製された薄膜材料として用いてもよいし、あるいはまた光反射材料を高屈折率材料と低屈折率材料（たとえば、 TiO_2 と SiO_2 など）を交互に積層して作製した誘電体薄膜ミラー構造をとる構成としてもよい。また本実施例ではテーパ構造を円錐台形状とし、テーパ角度 α を $\alpha = 25^\circ$ 、構造物の高さ h を $h = 30\mu\text{m}$ とした。

【0039】また、全反射抑制構造の形状は凸型の半球レンズとし曲率半径 r を $r = 40\mu\text{m}$ とした。構成する材料は TiO_2 （屈折率： $n(\text{TiO}_2) = 2.3$)とし集光構造の射出開口部の中心と光軸を一致させた密着した配置をとった。

【0040】以上のような構造を持つ素子における正面強度と全取り出し強度について、従来のガラス基板を用いた構成を持つ素子と比較検討した。正面強度とは発光している有機EL素子を観測者が正面から見たときにどのくらい明るく見えるかの指標となるもので、ここでは、有機発光層の面に対する法線方向に射出された光の放射強度であり、全取り出し強度とは有機発光層から素子外部（空气中）へ射出された全ての光強度であり、全放射角度における放射強度の積分値である。

【0041】正面強度については、有機発光層の面に対する法線方向の延長にある点を観測点とし、有機EL素子から十分遠く離れた観測点（遠方界）における放射強度について評価した。また全取り出し強度については、全放射角度に対する遠方界における観測点での放射強度の積分値によって評価した。それらの結果をグラフに示し図4および図5で示す。

【0042】図4は、ガラス基板上に有機EL素子を構成した従来型有機EL素子（「ガラス基板」と記した）と本発明にかかる実施例1における正面強度の比較グラフであり、図5は、従来型有機EL素子と本発明にかかる実施例1における全取り出し強度の比較グラフである。ガラス基板上に有機EL素子を構成した従来型有機EL素子とは、図12に示すようなガラス基板上に透明

(6)

9

電極、有機発光層、金属電極を設けた構造をもつ有機EL素子のことである。また縦軸は任意の強度である。グラフからわかるように、正面強度に関しては、従来構成即ちガラス基板上に有機EL素子を構成したものと比較して約1.3倍、全取り出し強度に関しては、従来構成と比較して約2.1倍の強度が得られた。このときの角度分布を図6に示す。角度分布とは各放射角度における放射強度の分布のことであり、である。azimuth方向に放射強度(W/sr)、radial方向に放射角度を示している。この結果、正面強度および全取り出し光強度を従来と比べて改善し、そのうえ図6において、正面(図6における 180° に相当)から $\pm 45^\circ$ 程度の範囲(図6において $135^\circ \sim 225^\circ$ 程度の範囲)で放射強度に大きな偏りが見られないことからわかるように、強い指向性もなく広い視野角特性をもつ有機EL素子を実現することができる。

【0043】(第2の実施例)第2の実施例に係る有機EL素子の概略図を図7に示す。また、鳥瞰図と正面図の概略図を図8に示す。本実施例は実施例1の有機EL素子と全反射抑制構造6が凸レンズ構造(形状)と異なり鍾状構造(形状)であるという点で構成が異なる。

【0044】なお本実施例で鍾状構造(形状)は、集光構造5の開口部側面と同じ大きさでその真上に設けられている。本実施例の有機EL素子を以下に記するように設計した。素子サイズは $80\mu m$ 角とし、金属を用いた背面電極1上に有機分子から構成されている有機発光層およびその他の有機化合物層2(屈折率: $n(org) = 1.71$)を、更にその上にITOなどの透明導電性材料3(屈折率: $n(ITO) = 2.0$)を積層した。

【0045】更に、透明導電性材料の上に、テーパー型の集光構造5を設け、更に、集光構造5の上に全反射抑制構造6を設けた。有機化合物層およびその他の有機化合物層との合計の膜厚は $100nm$ 、ITOの膜厚は $100nm$ とした。テーパー構造を構成する材料は TiO_2 (屈折率: $n(TiO_2) = 2.3$)とし、テーパー構造の周りを光吸収材料で構成した。また、光吸収材料とテーパー構造との境界面には光反射材料で構成した。テーパー構造のテーパー角度 α を $\alpha = 25^\circ$ 、構造物の高さ h を $h = 30\mu m$ とした。

【0046】また、全反射抑制構造の形状は凸型の円錐形状とし底面円半径 r を $r = 26\mu m$ とし、円錐のテーパー角度 β を $\beta = 50^\circ$ とした。構成する材料は TiO_2 (屈折率: $n(TiO_2) = 2.3$)とし集光構造の射出開口部の中心と光軸を一致させた密着した配置をとった。この凸型の円錐形状の底面円半径に対して、この底面部における集光構造の開口部側半径は $26\mu m$ である。

【0047】以上のような構造を持つ素子における正面強度と全取り出し強度について、従来のガラス基板を用いた構成を持つ素子と比較検討した。図9に正面強度の

10

比較グラフを、図10に全取り出し強度の比較グラフを示す。その結果、正面光強度および全取り出し光強度に関してほぼ同等であり遜色ない取り出し効率を実現できることを確認した。一方、実施例2における有機EL素子では、開口面積が従来構成の素子のおよそ23%となっており、これは、発光面積が従来構成に比べ23%になったとしても全光取り出し効率が変化していないことを示している。加えて、開口部以外の部分の支持部材は光吸収材料で構成されているため、背面電極からの反射光成分が大幅に低減する。その結果、視認性やコントラストの改善が実現できる。

【0048】(第3の実施例)第3の実施例として、フルカラー有機ELディスプレイについて述べる。断面形状の概略図と正面概略図を図11に示した。基板30、各画素を駆動するTFT31。TFT上に作製された画素ごとの背面電極、赤色発光材料層33、緑色発光材料層34、青色発光材料層35、透明電極36、集光構造5、全反射抑制構造6が設けられている。

【0049】従来の構造では、素子外部への光取り出し効率が低かったため、明るいディスプレイを実現するためには、より多くの電流を有機発光層に流す必要性があった。同時に、高精細なディスプレイを実現するためには集積度を上げる必要がある。集積度が上がるとそれに伴って素子サイズが小さくなり発光面積が小さくなり輝度が低下してしまう。よって、有機発光層から出た光が効率よく素子外部に取り出すことが望まれていた。

【0050】本発明の有機ELディスプレイにおいては、全反射抑制構造と集光構造を具備することによって従来構成のものに比べ効率よく光を取り出すことができる。また、全反射抑制構造および集光構造は、有機EL素子を構成した後に具備することができるため、有機EL素子構造によらず設けることができる。その結果、高輝度、低消費電力、高視認性、高い色純度を実現するフルカラー有機ELディスプレイを実現できる。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、素子外部へ効率よく光を取り出すことができるEL素子を提供できる、また高輝度化、低消費電力化を改良したELディスプレイを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る有機EL素子の断面形状の概略図

【図2】本発明に係る有機EL素子の鳥瞰図(A)および平面図(B)の概略図

【図3】実施例1における有機EL素子の断面形状の概略図

【図4】実施例1において正面強度を比較したグラフ

【図5】実施例1において全取り出し強度を比較したグラフ

【図6】実施例1における遠方界における角度分布のグ

(7)

11

12

ラフ

【図 7】 実施例 2 における有機 EL 素子の断面形状の概略図

【図 8】 実施例 2 における有機 EL 素子の鳥瞰図 (A) および平面図 (B) の概略図

【図 9】 実施例 2 において正面強度を比較したグラフ

【図 10】 実施例 2 において全取り出し強度を比較したグラフ

【図 11】 実施例 3 における有機 EL 素子の断面形状図 (A) および平面図 (B) の概略図

【図 12】 従来の有機 EL 素子の概略図

【図 13】 従来の有機 EL 素子で生じる全反射の説明図

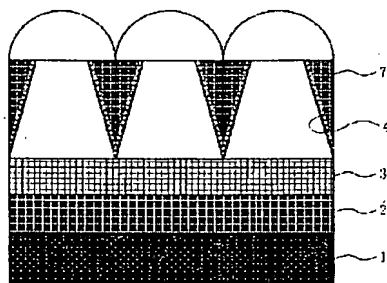
【図 14】 従来のマイクロレンズを具備した有機 EL 素子の概略図

【符号の説明】

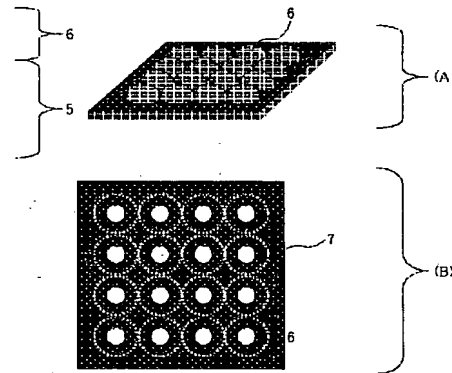
- 1 背面電極
- 2 有機発光層
- 3 透明電極

- 4 光反射材料
- 5 集光構造
- 6 全反射抑制構造
- 7 支持部材 (光吸収材料)
- 30 基板
- 31 TFT
- 32 背面電極
- 33 赤色発光画素の有機発光材料層
- 34 緑色発光画素の有機発光材料層
- 35 青色発光画素の有機発光材料層
- 36 透明電極
- 91 背面電極
- 92 有機発光層
- 93 透明電極
- 94 基板
- 95 空気
- 96 マイクロレンズ

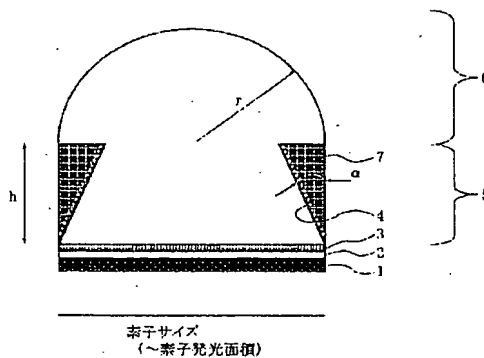
【図 1】



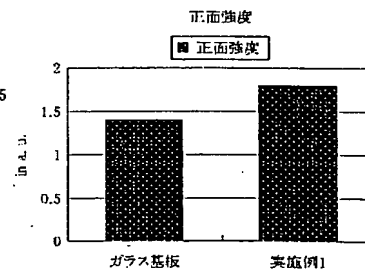
【図 2】



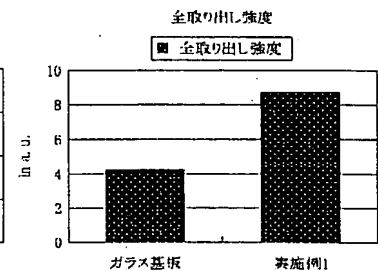
【図 3】



【図 4】

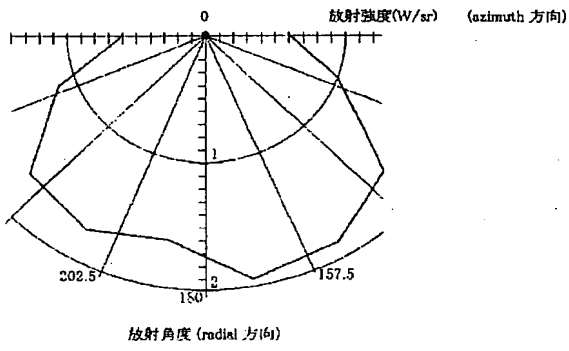


【図 5】

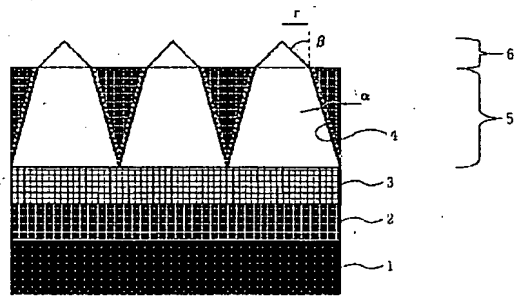


(8)

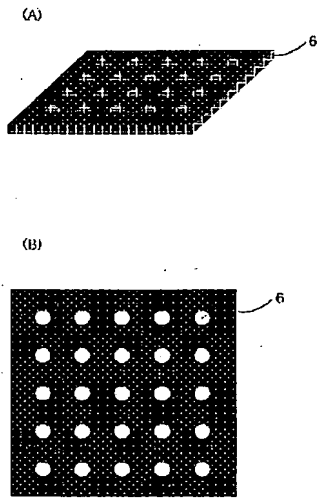
【図 6】



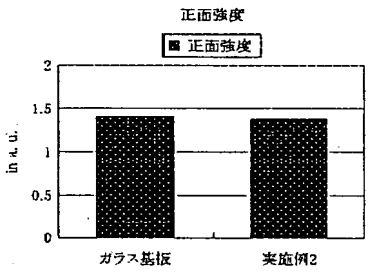
【図 7】



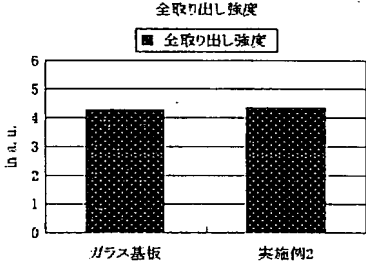
【図 8】



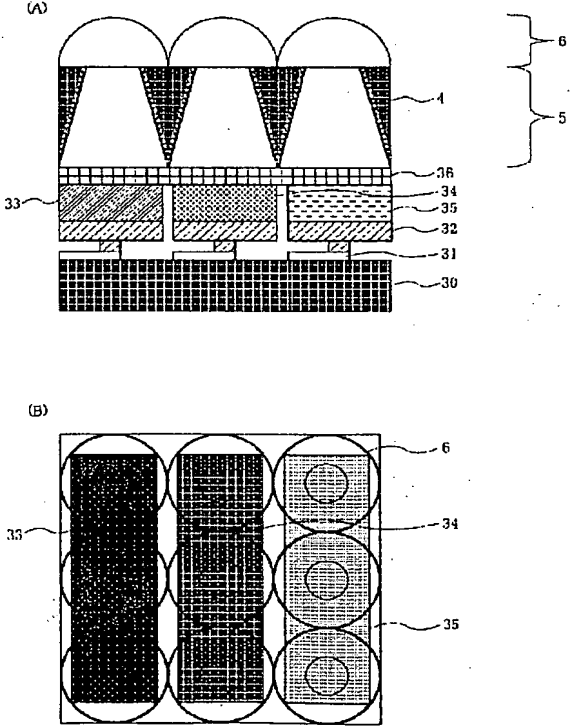
【図 9】



【図 10】

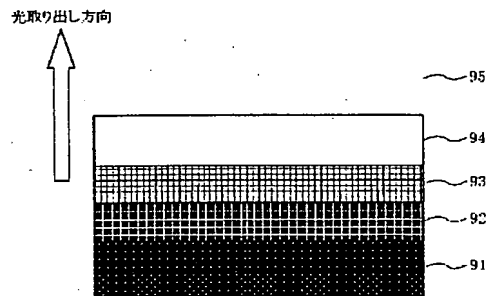


【図 11】

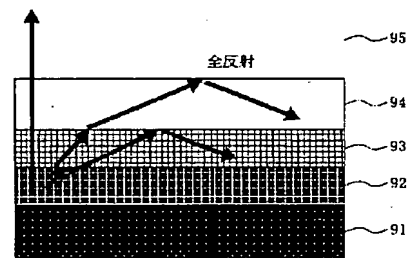


(9)

【図12】



【図13】



【図14】

